

## Obliczanie napięć uszkodzenia w sieci elektroenergetycznej typu TN Ostroga skrzynka przyłączeniowa RP-OSTROGA

$m := 2$

$$Z := \begin{pmatrix} 0.0663 + i \cdot 0.011 & 0.15 & 0. \\ 0.497 + i \cdot 0.0815 & 1.99 & 0. \\ 1.29 + i \cdot 0.13 & 0.81 & 0. \end{pmatrix}$$

Macierz Z - obwodów ziemnowrotnych

- impedancje przewodu ochronnego PE (PEN) w [ $\Omega$ ] 1 kolumna
- rezystancje uziemień w [ $\Omega$ ] 2 kolumna
- impedancje wzajemne pętli ziemnowrotnych przewodów L i PE (PEN) w [ $\Omega$ ] 3 kolumna

$I_a := 74$       Wartość prądu samoczynnego wyłączenia w [A]

```

H(Z, Ia, m) :=
  B(m+1) ← identity(3)
  INm+1 ← Ia
  IZm+1 ← 0
  for n ∈ 0..m
    k ← m - n
    A(k) ←
      ⎛
      1 +  $\frac{Z_{k,0} + Z_{k,2}}{Z_{k,1}}$   -Zk,0  Zk,2
      -1
      Zk,1
      1
      Zk,1
      ⎞
    B(k) ← A(k) · B(k+1)
    Um ←  $\frac{-[B_{(0)}]_{2,1} \cdot I_a}{[B_{(0)}]_{2,0}}$ 
    for i ∈ 0..(m - 1)
      l ← m - i
      C(l) ←
        ⎛
        Ul
        INl+1
        IZl+1
        ⎞
  
```

$A_{(k)}$  - kt-a macierz impedancyjna czwórnikowa typu odwrócone C - k-tego ogniwa

$$\begin{array}{l}
\left| \begin{array}{l}
D_{(1)} \leftarrow \left( \left[ A_{(1)} \right]^T \right)^{\langle 0 \rangle} \\
M_{(1)} \leftarrow \left( \left[ A_{(1)} \right]^T \right)^{\langle 1 \rangle} \\
F_{(1)} \leftarrow \left( \left[ A_{(1)} \right]^T \right)^{\langle 2 \rangle} \\
U_{i-1} \leftarrow D_{(1)} \cdot C_{(1)} \\
IN_1 \leftarrow M_{(1)} \cdot C_{(1)} \\
IZ_1 \leftarrow F_{(1)} \cdot C_{(1)}
\end{array} \right. \\
IN_0 \leftarrow Ia \\
IZ_0 \leftarrow 0 \\
U_{m+1} \leftarrow U_m \\
Z_{m+1,1} \leftarrow \infty \\
V \leftarrow Ia \cdot \left[ \left[ B_{(0)} \right]_{0,1} - \left[ B_{(0)} \right]_{0,0} \cdot \frac{\left[ B_{(0)} \right]_{2,1}}{\left[ B_{(0)} \right]_{2,0}} \right] \\
P_{0,0} \leftarrow 0 \\
P_{0,1} \leftarrow V \\
P_{0,2} \leftarrow Ia \\
P_{0,3} \leftarrow 0 \\
P_{0,4} \leftarrow 0 \\
\text{for } i \in 1..m+2 \\
\left| \begin{array}{l}
P_{i,0} \leftarrow i \\
P_{i,1} \leftarrow U_{i-1} \\
P_{i,2} \leftarrow IN_{i-1} \\
P_{i,3} \leftarrow IZ_{i-1} \\
P_{i,4} \leftarrow \frac{U_{i-1}}{Z_{i-1,1}}
\end{array} \right. \\
P
\end{array}$$

Prawa Kirchhoffa dla "l-tego  
ogniwa" odwrócone C

$U_{i-1}$  - napięciowe

$IN_1$  - prądowe dla l-tego  
górnego węzła

$IZ_1$  - prądowe dla l-tego  
dolnego węzła

$$P := H(Z, Ia, m)$$

## Tabela rozwiązań dla I=Ia

	i	$U_F$	$I_N$	$I_Z$	$I_{RZ}$
	0	1	2	3	4
P =	0	-12.414-1.139i	74	0	0
	1	-7.507-0.325i	74	0	-50.049-2.165i
	2	4.573+0.551i	23.951-2.165i	50.049+2.165i	2.298+0.277i
	3	38.679+1.529i	26.249-1.888i	47.751+1.888i	47.751+1.888i
	4	38.679+1.529i	74	0	0

i - numer węzła obliczeniowego

$U_F$  - napięcie uszkodzenia w i-tym węźle w [V]

$I_N$  - prąd w i-tym odcinku przewodu ochronnego w [A]

$I_Z$  - prąd ziemnopowrotny i-tego odcinka w [A]

$I_{RZ}$  - prąd i-tego uziomu w [A]

### Parametry linii zasilającej

$$ZLL_0 := 0$$

$$l_1 := 100 \quad r := 0.53 \quad x := 0.087 \quad ZLL_1 := 1.25 \cdot (r + i \cdot x) \cdot l_1$$

$$ZLL_1 = 66.25 + 10.875i$$

$$l_2 := 750 \quad r := 0.53 \quad x := 0.087 \quad ZLL_2 := 1.25 \cdot (r + i \cdot x) \cdot l_2$$

$$ZLL_2 = 496.875 + 81.562i$$

$$l_3 := 1200 \quad r := 0.86 \quad x := 0.087 \quad ZLL_3 := 1.25 \cdot (r + i \cdot x) \cdot l_3$$

$$ZLL_3 = 1.29 \times 10^3 + 130.5i$$

$$l_4 := 100 \quad r := 0.86 \quad x := 0.087 \quad ZLL_4 := 1.25 \cdot (r + i \cdot x) \cdot l_4$$

$$ZLL_4 = 107.5 + 10.875i$$

$$ZL := (ZLL_0 + ZLL_1 + ZLL_2 + ZLL_3) \cdot 10^{-3}$$

ZL - impedancja przewodu fazowego w [ $\Omega$ ]

$$ZL = 1.853 + 0.223i$$

$$H(I_a, Z, P, m) := \begin{cases} U_0 \leftarrow 0 \\ \text{for } k \in 0..m \\ U_0 \leftarrow U_0 + Z_{k,0} \cdot P_{k+1,2} \\ U_0 \end{cases}$$

$$U_0 := H(I_a, Z, P, m)$$

$$U_0 = 51.092 + 2.668i$$

$$R_T := 20 \quad \text{Parametry podłużne transformatora - transformator 160kVA}$$

$$X_T := 40.3$$

$$Z_T := (R_T + i \cdot X_T) \cdot 10^{-3}$$

$$Z_T = 0.02 + 0.04i$$

$$Z_{Th} := \frac{U_0}{I_a} \quad \text{Impedancja Thevenina widziana z węzłów krańcowych przewodu ochronnego ( PE (PEN) , M)}$$

$$Z_{Th} = 0.69 + 0.036i$$

$$Z_S := Z_{Th} + Z_L + Z_T$$

$$Z_S = 2.564 + 0.299i$$

$$U_f := 230$$

$$I_k := \frac{U_f}{|Z_S|}$$

$$I_k = 89.114$$

$$k := \frac{I_k}{I_a}$$

$$k = 1.204$$

$$G(P, m, k) := \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in 0..m+2 \\ S_{i,0} \leftarrow i \\ S_{i,1} \leftarrow |P_{i,1}| \cdot k \\ S_{i,2} \leftarrow P_{i,2} \cdot k \\ S_{i,3} \leftarrow P_{i,3} \cdot k \\ S_{i,4} \leftarrow P_{i,4} \cdot k \\ S \end{array} \right.$$

## Tabela rozwiązań dla $I=I_{K1}$

$S := G(P, m, k)$

	i	U <sub>F</sub>	I <sub>N</sub>	I <sub>Z</sub>	I <sub>RZ</sub>
	0	15.012	89.114	0	0
S =	1	9.049	89.114	0	-60.271-2.607i
	2	5.546	28.843-2.607i	60.271+2.607i	2.767+0.334i
	3	46.615	31.61-2.273i	57.504+2.273i	57.504+2.273i
	4	46.615	89.114	0	0

i - numer węzła obliczeniowego

U<sub>F</sub> - napięcie uszkodzenia w i-tym węźle w [V]

I<sub>N</sub> - prąd w i-tym odcinku przewodu ochronnego w [A]

I<sub>Z</sub> - prąd ziemnopowrotny i-tego odcinka w [A]

I<sub>RZ</sub> - prąd i-tego uziomu w [A]

$X := S \langle 0 \rangle$

$Y := S \langle 1 \rangle$







